

University of Groningen

On a regularized model of quantum electrodynamics

Ferwerda, Hedzer Adam

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

1964

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Ferwerda, H. A. (1964). *On a regularized model of quantum electrodynamics*. s.n.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

SAMENVATTING

In dit proefschrift behandelen we een geregulariseerd model van de quantum electrodynamica. De elektron- en foton-propagator worden geregulariseerd door het invoeren van elementaire lengten, nl. a_e voor het elektron en a_f voor het foton ($a_e > 0$; $a_f \geq 0$). Het effect van deze regularisatie is, dat de elektron-propagator exponentieel naar nul nadert als het invariante kwadraat van de vierimpuls van het elektron, p^2 , via positieve waarden naar oneindig gaat. Gaat p^2 via negatieve waarden naar oneindig, dan gaat de propagator sterk oscilleren. Hetzelfde geldt voor de foton-propagator als $a_f \neq 0$. Door deze regularisatie wordt de vertex-functie veranderd. Door echter een speciale vormfactor te kiezen kunnen we bereiken dat de nieuwe vertex-functie de Dirac matrix γ_μ is, net zoals in de conventionele theorie. Door deze keuze te maken verkrijgen we een geregulariseerd model waarmee nog redelijk te rekenen is. Dit model bevat geen ultraviolet-divergenties meer. Dit wordt begrijpelijk als we bedenken, dat de bijdrage van grote ruimteachtige impulsen exponentieel wordt gedempt terwijl die van grote tijdachtige impulsen wordt uitgewist. De infrarood-divergenties daarentegen blijven bestaan, doch zoals aan een eenvoudig voorbeeld is geïllustreerd, is het zeer aannemelijk, dat men het probleem van de infrarood-divergenties in dit model op analoge wijze kan behandelen als in de gewone versie van de quantum electrodynamica. De renormalisatie procedure verloopt op analoge wijze als in de conventionele theorie. Ook het berekenen van de stralingscorrecties biedt geen principieel nieuwe problemen. De stralingscorrecties hangen nog af van de keuze van de renormalisatietermen (counterterms) in de Lagrangiaan. In principe zijn vele keuzen mogelijk, doch er zijn argumenten aan te voeren dat juist de keuze, zoals in dit proefschrift is gedaan, de voorkeur heeft. Laat men a_e tot nul naderen, dan geven de verschillende keuzen dezelfde limiet.

Wat betreft de ijk-invariantie ligt de situatie bij dit model anders dan in de conventionele theorie. In de conventionele theorie geven de Feynman- en Landau-ijking dezelfde antwoorden voor waarneembare processen. Dit kon niet meer algemeen bewezen worden voor het geregulariseerde model. We hebben van het begin af aan gewerkt in de Landau-ijking omdat deze

het best is aangepast aan de Lorentzvoorwaarde voor het stralingsveld.

In het merendeel van de beschouwingen is $a_f = 0$ gekozen, omdat dit aanleiding geeft tot eenvoudiger berekeningen. Laat men a_e tot nul naderen, dan krijgt men de resultaten van de conventionele theorie terug. Hoewel we niet willen pretenderen dat a_e en a_f fysische grootheden zijn, is het toch instructief om na te gaan hoe waarneembare processen afhangen van a_e (bij de keuze $a = 0$). Gaat men nl. naar energieën, die in de buurt liggen van de drempels, waarbij andere deeltjes dan elektronen gecreëerd kunnen worden (mesonen, etc.) dan moeten we er rekening mee houden, dat deze deeltjes bij energieën, die beneden deze drempels liggen, virtueel optreden. Het effect van deze virtuele deeltjes wordt groter naarmate we dichter tot de drempels naderen. We verwachten dan ook dat de quantum electrodynamica in de buurt van deze drempels niet juist meer is. Het zou nu kunnen zijn, dat beneden de laagste van deze drempels het effect van die virtuele wisselwerking door deze parameter a_e fenomenologisch enigszins wordt benaderd. Daarom zou men de hoop kunnen hebben dat het geregulariseerde model langer een goede beschrijving geeft dan de conventionele theorie, hoewel bij voldoende hoge energie (reële productie van zwaardere deeltjes) ook dit model niet meer juist kan zijn. De waarneembare processen, die we hebben behandeld, zijn het anomaal magnetisch moment van het elektron en het Compton-effect voor de verstrooiing van vrije elektronen, beide in laagste orde storingsrekening. Kiest men $a_e \lesssim 6.18 \times 10^{-13}$ cm dan stemt het anomaal magnetisch moment binnen de meetfouten met de experimenteel gevonden waarden overeen. Voor het Compton-effect blijkt voor $a_e \sim 6.18 \times 10^{-13}$ cm de correctie op de volgens de conventionele theorie berekende waarden ca. 0.02% te zijn.

De grens 6.18×10^{-13} cm voor a_e kan men ook uitdrukken in een tijd en vindt dan $\sim 10^{-23}$ sec: dit is van de grootteorde van de levensduren van verschillende resonanties. De voor a_e gevonden grens komt wat orde van grootte betreft overeen met de grenzen die men in soortgelijke berekeningen voor afsnijdpulsen ("cut-off") heeft gevonden.

1000
1964